Die Eintrittsstellen

der

hinteren Wurzeln ins Rückenmark und ihr Verhalten bei

Tabes dorsalis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Kgl. bair. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Friedrich Siebert
cand. med. aus München.

München, 1895.
Buchdruckerei Kastner & Lossen, Finkenstrasse 2.

Die Eintrittsstellen

der

hinteren Wurzeln ins Rückenmark und ihr Verhalten bei

Tabes dorsalis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Kgl. bair. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Friedrich Siebert
cand. med. aus München.

München, 1895.
Buchdruckerei Kastner & Lossen, Finkenstrasse 2.

Referent: **Herr Obermedizinalrat Prof. Dr. Bollinger.**

In der Lehre von der Tabes dorsualis war in den letzten zwei Jahrzehnten, gestützt auf die Autorität Charkots, die Auffassung dieser Erkrankung als Systemerkrankung, als primäre systematische Sklerose der Hinterstränge die allgemein vorherrschende. Eine genaue Umgrenzung wurde dem Begriffe eines Systems durch die auf embryologische Untersuchungen gestützten Arbeiten Flechsigs gegeben. Und die Schwierigkeit, die sich dadurch geboten hatte, dass die Erkrankung eines Systems zu gleicher Zeit Pupillenstarre, Sehstörungen, Reflexveränderungen, Sensibilitätsanomalien und Ataxie hervorrufen sollte, schien dadurch gehoben, dass Strümpell[1]) die Tabes dorsualis eine kombinierte Systemerkrankung nannte.

In jüngster Zeit haben sich nun mannigfache Stimmen gegen die genannte Erklärung des tabetischen Prozesses erhoben. Der Widerspruch wurde besonders durch zwei Umstände angeregt. Die eine Ursache gaben anatomische Untersuchungen ab, die andere lag in der neuen Anschauung, welche man sich von den nervösen Elementarorganen gemacht hatte. Die Befunde nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln[2]) bei Tieren und einzelne Krankengeschichten, in

---

[1]) Stümpell, Beiträge zur Pathologie des Rückenmarks Psych. Archiv 12. 1852.

[2]) Schifferdecker: Beitrag zur Kenntniss des Faser-Verlaufes im Rückenmark. Arch. für mikrosk. Anatomie, 1874, und Virchows Archiv 67. Bd.

welchen Fälle von Kompression der Kauda equina[1]) beschrieben waren, haben uns gelehrt, die Hinterstränge, das wäre das System, das bei Tabes dorsualis vor allem erkrankt, in der grossen Masse ihrer Fasern als etwas dem Rückenmark fremdes, als einen Eindringling von aussen anzusehen. Weiterhin hat man sich gewöhnt, die Nervenfaser und die dazu gehörige Ganglienzelle unter dem Namen Neuron als eine Einheit, als ein Element aufzufassen. In Folge dessen ist die Nervenfaser in ihrer Integrität abhängig von der Ganglienzelle, und man muss der Nervenfaser die Fähigkeit, selbständig zu erkranken, absprechen.

Pierre Marie[2]) schreibt über diesen Punkt: „Damit eine Nervenfaser degeneriert, muss sie von derjenigen Nervenzelle getrennt sein, welche ihr trophisches Centrum bildet, oder diese selbst degeneriert sein und schwinden. Es heisst den blossen Leitern der Markstränge viel zu viel Ehre erweisen, wenn man ihnen eine unabhängige Existenz zuerkennt, hinreichend, um von selbständigen Prozessen ergriffen zu werden. Nein, alle systematischen Erkrankungen des Rückenmarks sind nur sekundäre Alterationen, bei allen Degenerationen eines Nervenstranges, sei er intramedullär oder peripherisch, muss man vor allen Dingen die erkrankte Zelle suchen. Dies auf die Tabes angewendet, muss man die Zellen suchen, von welchen die Fasern der Hinterstränge ihren Ursprung nehmen."

Wir werden bei diesem Suchen nach den verlangten Zellen, wie die bereits citierten Arbeiten von Schifferdecker, Lange beweisen, aus dem Rückenmarke hinaus in die Spinalganglien geführt.

Die Folge von dem genannten Umschwunge war, dass

---

[1]) Lange: Schmids Jahrbücher 1862 Bd. 155.

[2]) Pierre Marie: Leçons sur les maladies de la moëlle. Paris 1892.

Leyden[1]) mit seiner bereits 1863 vertretenen Ansicht wieder in den Vordergrund trat. Leyden hatte schon zur genannten Zeit auf die Erkrankungen der hinteren Wurzeln hingewiesen und es war nun die Frage, von wo aus die Affection der hinteren Wurzeln geschieht.

Früher glaubte man, die Erkrankung der Hinterstränge wäre das primäre, woran sich sekundär auch eine solche der hinteren Wurzeln anschliessen könne, jetzt will man den Nachweis versuchen, dass die Erkrankung von aussen nach innen forschreitet.

Zu diesem Behufe musste der Nachweis geliefert werden, dass wirklich hauptsächlich diejenigen Fasern im Hinterstrange erkranken, die von den hinteren Wurzeln abstammen, eine Forderung, der durch die Arbeiten von Krauss[3]) und Redlich[4]) in überzeugender Weise Genüge geschehen ist. Es könnten also die trophischen Zentren der Fasern in den hinteren Wurzeln, d. i. die Spinalganglien, erkrankt sein. Leyden hebt in seinem bereits citierten Vortrage hervor, dass diese Erklärung a priori unwahrscheinlich erscheine, „dass eine Krankheitsursache, welche nur die Zellen der Spinalganglien ergreift, und zwar in so grosser Ausdehnung sich pathogenetisch kaum verstehen lässt. Die Spinalganglien liegen so geschützt, sie sind jedes für sich so selbständig von jedem zweiten unabhängig, dass sich schwer verstehen

---

[1]) Leyden: Die graue Degeneration der hinteren Rückenmarksstränge. Berlin 1863.

[2]) Leyden: Die neuesten Untersuchungen über die pathologische Anatomie und Physiologie der Tabes dorsualis. 2 Vorträge. Berlin 1894.

[3]) Krauss: Beiträge zur pathol. Anatomie der Tabes dorsualis. Arch. für Psych. Bd. 25. 1891.

[4]) Redlich: Die hinteren Wurzeln des Rückenmarks und die pathol. Anatomie der Tabes dorsalis. Jahrb. für Psych. 1892.

lässt, wie sie gemeinsam in so grosser Ausdehnung, progressiv erkranken können.“

Dieser theoretischen Erwägung kamen die anatomischen Befunde an den Spinalganglien tabetischer Rückenmarke zu Hilfe. Wollenberg[1]) kam bei seinen Untersuchungen zu folgenden Schlüssen: „Die Veränderungen der Ganglienzellen sind im Verhältnis zu den Veränderungen der Nervenfasern und des interstitiellen Bindegewebes entschieden als geringfügig zu betrachten.“

Nun könnte man annehmen, dass die Erkrankung an der Peripherie ansetzt und von dort aus das Neuron geschädigt würde. Allein die Untersuchungen von Siemerling und Oppenheim[2]) hatten darüber, schon ehe Wollenbergs Arbeit erschienen war, zu einem ähnlichen Resultate geführt, wie dasjenige, zu dem dieser Forscher gelangt war.

Wenn man nun an der Ansicht festhalten will, dass die Nervenfaser nicht selbständig erkranken kann und wenn man sich bei der verhältnismässig geringen Miterkrankung der Ganglienzellen zu der Annahme gedrängt sieht, dass irgend eine Schädigung von aussen das Neuron trifft, so bleibt nur die hintere Wurzel in ihrem Verlaufe vom Spinalganglion bis ins Rückenmark als Angriffspunkt der Schädlichkeit übrig.

Hierhin setzen Obersteiner und Redlich[1]) den Beginn der Krankheit. Sie greifen auf die Anschauung zurück, welche die Tabes aus einer Meningitis entstehen liess.

---

[1]) Wollenberg: Untersuchungen über das Verhalten der Spinalganglien bei Tabes dorsalis. Arch. f. Psych. 1892.

[2]) Siemerling und Oppenheim: Beiträge zur Pathologie der Tabes dorsalis und der peripheren Nervenerkrankungen. Archiv f. Psych. 10. 1887.

[1]) Obersteiner und Redlich: Über Wesen und Pathogenese der Tabes dorsalis. Arbeiten aus dem Institute des Herrn Prof. Obersteiner. Wien 1895.

Die genannten Autoren haben auf die Durchtrittsstelle der hinteren Wurzeln durch die Pia, als auf einen besonders gefährdeten Punkt aufmerksam gemacht. Ihre Anschauung gipfelt darin, dass durch hyperplastische Vorgänge in der Pia und Verdickung der Gefässe derselben eine Raumbeschränkung auf die durchtretenden Wurzeln ausgeübt werde, so dass dieselben wie von einem Ringe der Pia eingeschnürt und dadurch von ihrem trophischen Zentrum abgetrennt und zur Degeneration gebracht würden.

Auf Anregung des Herrn Professor Siemerling habe ich die Eintrittsstellen der hinteren Wurzeln mit Rücksicht auf die Angaben Obersteiners und Redlichs einer näheren Untersuchung unterzogen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht an dieser Stelle Herrn Professor Siemerling für die liebenswürdige Überlassung der Arbeit uud des dazu nöthigen Materials, sowie für Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Auf die einzelnen Angaben, welche die genannten Autoren machen, werde ich im Laufe der Beschreibung zurückkommen. Hier möge nur die eine Angabe, die ich ebenfalls bestätigen konnte, Erwähnung finden. Seite 114 schreiben Redlich und Obersteiner: „Wir konnten sehen, dass in allen nicht zu weit vorgeschrittenen Fällen der Unterschied zwischen extra- und intramedullärer Erkrankung seinen Wendepunkt nimmt an der Einschnürungsstelle.“ Dazu ist hinzuzufügen, was Redlich schon in seiner ersten Arbeit betont hatte, „dass in frischen Fällen von Tabes die extramedulläre Erkrankung weniger ausgesprochen erscheint, als die intramedulläre.

Obersteiner und Redlich haben die genannten Stellen vornehmlich an Längsschnitten untersucht. Es ist aber in der genannten Arbeit nicht ganz genau angegeben, welche

Richtung in den verschiedenen Höhen eingehalten wurde. Sie schreiben: „am geeignetsten schienen uns hiezu Längsschnitte, die derart angelegt sind, dass sie die hinteren Wurzeln gerade in ihrer Eintrittsrichtung treffen.

Ich glaubte ihrer Weisung am besten dadurch nachzukommen, dass ich die Lissauer'sche Randzone so weit als möglich zur Richtschnur nahm. Es entspricht diese Richtung im Grossen und Ganzen der Schnittführung, wie sie von den genannten Autoren in einer ihrer Arbeit beigegebenen Skizze gezeichnet wurde. Sie ist aber doch, je nach der Höhe, aus welcher das Stück des Rückenmarkes genommen ist, eine verschiedene.

Ich glaubte dadurch, dass ich mich an die Lissauer'sche Randzone hielt, den Ring, den die Pia um die eintretenden Wurzeln bildet, am ehesten senkrecht zu treffen und so die klarsten Bilder zu bekommen. Die Klarheit der Bilder wird dadurch beeinträchtigt, dass die Wurzeln nicht parallel weder mit dem frontalen, noch mit dem sagittalen Durchschnitt durch das Rückenmark aufsteigen, sondern dass jede einen besonderen Winkel zu dieser Ebene bildet und mit Vorliebe kurz vor der Eintrittsstelle die ursprüngliche Richtung ändert. Es gibt das mitunter dazu Anlass, dass Einschnürungen der eintretenden Wurzeln vorgetäuscht werden, wo sie in Wirklichkeit nicht vorhanden sind, dadurch dass — wenn man sich die Wurzel in einer Reihe hintereinander liegender kreisrunder Querschnitte zerlegt denkt — von der Querschnittsebene der Wurzel, die in die Eintrittsstelle fällt, ein kleineres Segment durch das Messer abgetrennt wird, als von anderen solchen Querschnittsebenen ausserhalb des Rückenmarks. Besonders wird das dann eintreten, wenn die Schnittfläche, was ja selten ganz zu vermeiden ist, nicht vollständig einen rechten Winkel mit der Eintrittsebene bildet.

Die Folge davon ist, dass man sich über den Grad der Einschnürung nur dann eine Vorstellung machen kann, wenn man eine eintretende Wurzel eine ganze Serie hindurch verfolgen kann. Auf diese Weise habe ich ursprünglich starke Einschnürungen bei einigen Eintrittsstellen verschwinden und wieder kommen sehen. Ja man kann solche Bilder auch ausserhalb des Rückenmarkes an irgend einer beliebigen Stelle der Wurzel bekommen.

Bevor ich das Ergebnis meiner Untersuchungen bespreche, möchte ich bemerken, dass mir zwei normale Rückenmarke zur Untersuchung vorlagen, ein Rückenmark eines Neugebornen und fünf tabetische Rückenmarke.

Von letzteren stellte eines einen ausserordentlich schweren Fall dar, zwei andere stammten von Fällen sehr weit fortgeschrittener Tabes, die zwei übrigen waren mittelschwere Fälle, die an einzelnen Eintrittsstellen den Krankheitsprozess noch im Beginne zeigten. Im Ganzen stützt sich die Arbeit auf etwa tausend und einige hundert Präparate.

Betrachten wir uns die Verhältnisse beim normalen Rückenmark. Es muss vorausgeschickt werden, dass keine der folgenden Angaben unbedingt bei jeder Eintrittsstelle oder in jedem Rückenmarke zu finden sein müsse. Es scheinen hier die ausgiebigsten individuellen Unterschiede obzuwalten, namentlich was Dicke und Zahl der eintretenden Wurzeln betrifft. Besonders fiel mir auf, dass bei einigen Rückenmarken die Wurzel sich kurz vor dem Eintritt teilte und als mehrere kleinere Bündel durch die Pia trat, während ich an anderem Rückenmark überall die Wurzel als grössere Bündel geschlossen eintreten sah.

Die Schnittebene geht also im Allgemeinen von der Spitze des Hinterhorns der einen Seite zur vorderen und lateralen Seite des Vorderhorns der anderen Seite.

Nähert man sich der eintretenden Wurzel von dem Seitenstrange her, so wird man auf den ersten Schnitten von der Hinterseite des Rückenmarkes beginnend, folgende Schichten vorfinden müssen: Pia, Seitenstrang, Substanzia gelatinosa Rolandi, graue Substanz des Hinterhorns, Hinterstrang. Nun wird der Schnitt auf die andere Seite des Rückenmarks übergehen und zuerst graue Substanz aus der Gegend, wo sich Vorder- und Hinterhorn vereinigen, treffen, dann Vorderhorn, Vorderseitenstrang und Pia.

Nehmen wir als Beispiel das Halsmark, so werden wir noch folgende Veränderungen vor sich gehen sehen.

Zwischen Seitenstrang und Subst. gelatinosa des Hinterhorns schiebt sich ein Band dünner Fasern ein, das immer mehr an Breite auf Kosten des Seitenstrangs zunimmt und ihn verdrängt.

Häufig sieht man nun einige kurze, querverlaufende Fasern, gleichsam unter diesem Bande feiner Fasern hervorkommen. Letzteres, die Lissauer'sche Randzone nimmt darauf auch ab, um den quervorlaufenden Fasern Platz zu machen. Es kommt auf die Schnittrichtung und die Form der Lissauer'schen Randzone an, ob sie von aussen nach innen, oder umgekehrt abnimmt. Die querverlaufenden Fasern werden sich zu einigen distal und proximal von Rindenschicht eingescheideten tulpenförmigen Bündeln vereinigen. In einem Schnitte, der nicht vollständig parallel mit der Axe des Rückenmarks verläuft, wird man natürlicher Weise vielleicht im oberen Teile des Präparates bereits eine eintretende Wurzel bemerken, während in der Mitte nur Lissauer'sche Randzone und am Schlusse vielleicht nur Fasern des Seitenstrangs zu sehen sind.

Medial verliert sich das Bündel querverlaufender Fasern in eine Schicht, die sich nun hinter das Hinterhorn einge-

lagert hat, in welcher man die Fasern sich manigfaltig durchflechten sieht. Es splittern sich von dem ursprünglichen Bündel kleinere Faserbündel nach oben, nach unten und in querer Richtung ab.

Oefters, aber nicht immer, kann man eine proximale und distale Abgrenzung der Wurzelfasern, von den übrigen durch eine Lage Rindenschicht bis hieher verfolgen. Auf solchen Präparaten wird man noch das ursprüngliche Bündel querverlaufender Fasern, von der Pia durch ein Band feiner Fasern getrennt sehen. Die Rindenschicht zwischen Pia und den feinen Fasern wölbt sich etwas vor. Mitunter reicht bis hieher auch noch ein dünnes Bündel vom Seitenstrang.

Je mehr man sich der eigentlichen Eintrittsstelle nähert, umsomehr nimmt zuerst das letztgenannte Bündel, dann die Schicht feiner Fasern an Breite ab. Die hintere Wurzel ist meistens schon vom ersten Schnitt an sichtbar gewesen, da sie ja vom seitlich gelegenen Spinalganglion herkommt. Mitunter tritt sie so quer über das Rückenmark, dass an der Eintrittsstelle nur mehr wenig von der Wurzel zu sehen ist.

In günstigen Präparaten sieht man nun die ovalen Querschnitte der hinteren Wurzeln ausserhalb der Pia liegen und mit ihrem Rande sich immer mehr der Pia nähern und endlich mit ihr verschmelzen.

Unterdessen haben die innern Wurzelfasern die Lissauer'sche Randzone durchbrochen und ein dünner Stiel Rindenschicht führt zu der Stelle, an welcher sich die Wurzel anlegen wird. In günstigen Fällen kann man sogar Präparate sehen, wo die Wurzelfasern schon bis zur Pia gehen und diese allein die äusseren und die inneren Wurzelfasern trennt.

Lissauer'sche Randzone ist proximal und distal von den innern Wurzelfasern zu sehen, wenn nicht die Eintrittstellen rasch aufeinanderfolgen.

Man könnte aus dem obengeschilderten Bilde auf eine seitliche Einschnürung schliessen, wenn nicht schon auf dem nächsten Schnitte die Fasern innerhalb sich mit denen ausserhalb vereinigt hätten und wenn man es nicht nur an sehr wenig Schnitten beobachten könnte. —

An genügend dicken Psäparaten ist dagegen der Befund nicht so selten, dass man an der kritischen Stelle die Pia noch nicht unterbrochen sieht und über sie hinweg einige dünne Fassern verlaufend.

Jetzt macht natürlich die Wurzel den Eindruck als wäre sie von oben und unten in extremer Weise eingeschnürt. Verfolgen wir die Schnitte weiter, so wird die Brücke, welche extra- und intramedulläre Wurzelfasern verbindet, immer breiter, die Einsenkung zwischen Pia und Wurzelscheide wird immer weniger tief, bis endlich, wenn die Pia nicht überhaupt in sanftem Bogen auf die Wurzel übergeht, eine Einkerbung überbleibt, die selten die Dicke der Pia überschreitet. In derselben Weise wie sie zugenommen, nimmt die Grösse der Eintrittstelle auch wieder ab. Wir gelangen in den Hinterstrang.

Wir können nun die Wurzelfasern nach ihrem Eintritt ins Rückenmark nur noch eine kurze Strecke weit verfolgen. Von den übrigen Fasern des Hinterstrangs grenzen sie sich durch eine, sich auf dem Schnitte bogenförmig darstellende Schichte Rindenschicht ab.

An den letzten Schnitten ist nur mehr eine Vorwölbung der Rindenschicht gegen die Fasern der Hinterstränge vorhanden, welche anzeigt, dass in dieser Höhe eine Wurzel eingetreten ist.

Mit einigen nicht sehr wesentlichen Aenderungen sind die beschriebenen Verhältnisse nicht nur am Halsmark, son-

dern an allen Eintrittsstellen aus jeder Höhe des Rückenmarks zu finden.

Natürlich werden nach der verschiedenen Dicke der Wurzeln die verschiedenen Phasen rascher aufeinander folgen, oder auf eine grössere Anzahl von Schnitten verteilt sein.

Einige sehr dünne Bündel sind durch drei oder vier Schnitte schon ganz erschöpft.

Fassen wir speciell das Verhalten der Pia zur Wurzel an deren Eintrittsstelle ins Auge, so ist im Halsmark der häufigste Befund der, dass die Wurzel proximal und distal etwas eingekerbt ist, doch überschreitet die Grösse der Einkerbung niemals die Dicke der Pia. Konstant ist der Befund nicht. Die proximale Einschnürung ist meist deutlicher ausgeprägt als die distale.

Mit dem Umschlage geht die Pia in die dünnere Einscheidung der Wurzel über.

Die Fasern sind an der Durchtrittsstelle öfters etwas zusammengedrängt. Man sieht sie im Bogen um die Einkerbung herumgehen. Meist sind die wenigen Fasern, die um die Einkerbung herumziehen, enger zusammengedrängt, während die anderen keine Verschiedenheit wahrnehmen lassen. An einer Anzahl von Präparaten machte es den Eindruck, als ob weniger markhaltige Fasern an der Durchtrittspforte vorhanden wären und als ob die markhaltigen Fasern sich stärker entfärbten.

An anderen Präparaten hingegen ist davon gar nichts wahrzunehmen, in pathalogischen Präparaten hat sogar gerade das Gegenteil mitunter statt, indem in der Eintrittsstelle ein Konvolut gequollener Fasern liegt.

Man muss daher auch berücksichtigen, ein wie grosses Segment von der Wurzel getroffen ist. Man kann solche

Stellen, an denen sich die Fasern in geringer Anzahl und weniger stark färben, sehr oft auch ausserhalb des Rückenmarks an einer Wurzel dann sehen, wenn die Wurzel von ihrem ursprünglichen Verlaufe abbiegt und infolge dessen das Messer periphere Teile derselben durchschnitten hat.

Da sehr oft die Wurzel kurz vor dem Eintritt ihre Richtung zum sagittalen Durchschnitt durch das Rückenmark ändert, so sieht man oft an einer Reihe von Eintrittsstellen eine Zone mit derartigen heller gefärbten Geweben nach auswärts konvexen Bogen von der oberen Kante der Pia beginnen und zur unteren zurückkehren. Im Brustmark werden wir auf den ersten Schnitten der Serie von der Hinterseite des Rückenmarks begonnen folgende Schichten sehen. Seitenstrang, Subst. gelatinose Rolande, Hinterstrang, graue Substanz aus der Nähe des Centralkanals, Vorderstrang. Vielleicht ist der mediale Rand des Vorderhornes der andern Seite getroffen und dann noch etwas Vorderseitenstrang auf dem Präparate.

Mit der Annäherung an die Eintrittsstelle sehen wir schon in der beschriebenen Weise den Seitenstrang und die auf ihn folgende Lissauersche Randzone verschwinden und an ihre Stelle die inneren Wurzelfasern treten. Gegenüber den Verhältnissen beim Halsmark treten die Wurzeln in viel spitzerem Winkel ans Rückenmark heran. Die Wurzeln selbst sind viel dünner und durchbrechen grossenteils, ohne merklich in ihrem ursprünglichen Verlaufe beeinträchtigt zu werden, die Pia.

Eine Verdichtung, ein Näheraneinanderrücken der Fasern ist hier sehr oft zu beobachten, eine Abnahme der markhaltigen Fasern konnte ich niemals konstatieren.

Hier sind schon normal solche Verhältnisse gegeben, dass am leichtesten durch hyperplastische Vorgänge in der

Pia die Wurzel komprimiert werden könnte; weil die Wurzel infolge ihres schiefen Durchtritts durch die Pia den längeren Piakanal zu durchschreiten hat. Das auffälligste an den intramedullären Fasern ist das, dass sie lange Zeit als ein mehr proximal als quer verlaufendes Bündel zu verfolgen sind und erst verhältnismässig spät Faserbündel in der Weise vorzüglich in querer Richtung abgibt, dass das Ganze einem Rosschweif nicht unähnlich wird. Die Scheide aus Rindenschicht ist distal von der Wurzel sehr deutlich und lange zu bemerken, proximal ist sie weniger ausgeprägt.

An der Durchtrittsstelle zeigen die Wurzelfasern besondere Verhältnisse, die ziemlich konstant wieder zu treffen sind.

Nachdem die Fasern in die Pia eingetreten sind, biegen die obersten von ihnen plötzlich in der Weise um, dass sie fast parallel mit den longitudinalen Fasern des Rückenmarks verlaufen, um nach kurzem Verlauf die oben beschriebene Richtung einzuhalten.

An der genannten Stelle erscheint, wie gesagt fast konstant, die Pia gleichsam eingeknickt oder es macht den Eindruck, als ob eine vorspringende Leiste der Pia sich in den Winkel, den die Wurzelfasern bilden, hineinlegte. Die direkt unter dieser Leiste liegenden Fasern erscheinen dann auch wirklich zusammengedrängt, während die unteren unbeeinträchtigt durch die Pforte treten.

Weniger häufig als dieser Befund an der proximalen Seite der Wurzel, findet man und zwar nur an sehr dünnen Wurzeln eine ebensolche Piakante distal. Dann sieht man deutlich die Fasern, wie um 2 Pfosten herumgehen und zwischen denselben eingepresst werden.

Die Stelle der unteren Pialeiste übernahm an einigen Stellen ein Gefäss, das eine grössere Wurzel durchsetzte

und von ihr ein kleineres Bündel proximal abtrennte, das dann die beschriebenen Verhältnisse in derselben Weise zeigte.

Einer besonderen Besprechung bedarf das untere Brustmark. Die Wurzeln werden hier breiter, die in die Höhe strebende Richtung, die im oberen und mittleren Brustmark so sehr ausgeprägt war, nimmt ab. Da die eintretenden Wurzeln viel massiger sind, so finden wir die Einkerbung, wenn sie überhaupt vorhanden ist, viel weniger ausgesprochen; doch findet man ziemlich regelmässig das für das Brustmark charakteristische plötzliche Umbiegen einzelner proximaler Fasern in einer der Rückenmarksaxe parallelen Richtung.

Der Durchmesser der Wurzel an der Eintrittsstelle vom oberen Ende der Pia zum unteren gemessen, ist durchgängig grösser als ein gewöhnlicher Querschnittsdurchmesser der Wurzel.

Vom unteren Brustmark ist bei der Besprechung das obere Lendenmark nicht zu trennen. Es sind die Verhältnisse hier viel ausgeprägter. Die Wurzel tritt mit breiter Fläche mit der Pia in Berührung, so dass der Durchmesser hier den gewöhnlichen oft um mehr als das Doppelte überragt. Man sieht die untersten Fasern in scharfem Bogen um den Umschlagsrand der Pia ziehen und sich nach unten begeben. Da macht es dann wohl den Eindruck, wenn nicht der ganze Wurzeleintritt im Gesichtsfeld liegt, als ob eine Einschnürung statthaben könnte, sowie man aber die ganze Eintrittsstelle übersieht, wird es ohne weiteres klar, dass es sich nur um eine scharfe Wendung der distalen Faserbündel handelt, denn proximal hat die Wurzel soviel Platz zur Ausdehnung, dass von einer Einschnürung nicht die Rede sein kann.

Vielleicht hat der obenbeschriebene Umstand Obersteiner und Redlich zu der Behauptung verleitet, dass im unteren Brustmark und oberen Lendenmark die Einschnürung namentlich distal am deutlichsten ausgesprochen sei.

Die Lendenanschwellung giebt, wie auch Redlich hervorgehoben hat, sehr komplizierte Bilder, die Wurzeln kommen dichtgedrängt in nicht zu spitzem Winkel von unten und lateral heran und biegen kurz vor ihrem Eintritt in beiden Richtungen stumpf ab, um in einem Winkel von 30—45° und mehr Graden ins Rückenmark sich einzusenken. Orientiert man sich auf dem Präparate, so hat man der Reihe nach wiederum Seitenstrang, Hinterhorn mit Substantia gelatinosa, Hinterstrang, Vorderhorn der andern Seite und Vorderseitenstrang. Die Bänder grauer Substanz, die durch das Präparat ziehen, sind natürlich den Rückenmarksabschnitten entsprechend breit, die Faserstränge schmal. Im Verfolge der Serie sehen wir wiederum den Seitenstrang durch feine Fasern, dann durch die eintretenden Wurzeln und endlich durch Hinterstrang ersetzt.

Gegenüber den Befunden in den höher gelegenen Teilen schlagen die Fasern nach ihrem Eintritt eine mehr horizontale Richtung ein.

Die Bilder werden deshalb so unklar, weil die Wurzeln dichtgedrängt, wie Redlich sagt, dachziegelförmig übereinandergelagert sind und weil sie einen ziemlich grossen Winkel zur Sagitalebene des Rückenmarkes bilden, den sie, wie ich schon bemerkte, erst kurz vor ihrem Eintritt verändern.

Hier kommen diejenigen Verhältnisse besonders in Betracht, von denen ich in der Vorbemerkung behauptet habe, dass sie geeignet sind, Täuschungen in Beziehung auf das Vorhandensein und die Stärke einer Einschnürung zu veranlassen.

Nähert man sich der Eintrittsstelle von der Seite her, so kann man, wie das schon beim Halsmark hervorgehoben worden war, die ovalen Schiefschnitte der äusseren Wurzel immer näher an die Pia heranrücken sehen. Endlich kommt ein Punkt, wo die Wurzel ihre ursprüngliche Verlaufsrichtung ändert und der Schnitt gerade den Scheitel des dadurch gebildeten Winkels trifft, so dass gewissermassen die obere Kappe — vom Standpunkt des Beschauers gerechnet — abgestutzt wird, während der tieferliegende Teil der Wurzel im Präparat und mit dem Rückenmark in Verbindung zu sehen ist.

Fassen wir nun einmal nur die Pia und die Wurzelscheide ins Auge, so sehen wir die Pia ununterbrochen durch das Gesichtsfeld laufend, neben ihr aber, wie wenn ein Säckchen durchschnitten wäre, die Wurzelscheide, die von der Pia ausgeht und einen Bogen beschreibend zu ihr zurückkehrt.

Am folgenden Schnitte wird dann die Pia von der Wurzel durchbrochen; anfänglich ist die Lücke ganz klein, und die Wurzelscheide nimmt sich wie eine sackartige Ausstülpung der Pia aus, die Wurzel scheint dann gleichsam aus einem Tunell herauszukommen.

Die Lücke in der Pia wird in den nächsten Schnitten immer grösser und man kann endlich Eintrittsstellen sehen, bei welchen proximal die Pia in einem stumpfen Winkel in die Wurzelscheide übergeht, bei welcher also gar keine Einschränkung statt hat.

Bleibt aber doch eine solche übrig, so ist sie nie von besonderer Stärke. Irgendwelche sonstige Anzeichen, welche auf eine Raumbeschränkung an dieser Stelle hinweisen, konnte ich nicht wahrnehmen.

Im Allgemeinen kann man wohl sagen, dass, wenn wir von den besonderen Verhältnissen im Brustmark absehen,

dann am ehesten Andeutungen von Einschnürungen zu finden sein werden, je mehr der Winkel, unter dem die Wurzel die Pia durchbricht sich dem rechten nähert und je dichter gedrängt die Eintrittsstellen aufeinanderfolgen. Wir werden demnach in der Hals- und Lendenschwellung eher Einschnürungen finden können als im unteren Brustmark und oberen Lendenmark; wir werden sie aber weder regelmässig, vielleicht nicht einmal in der Hälfte der Fälle, noch ausgeprägt finden können.

Beim Rückenmark der Neugebornen sind die Befunde, was das Verhalten der Eintrittsstelle der hinteren Wurzel anlangt, durch die ganze Länge des Markes sehr einförmige. Während beim Erwachsenen, wie Redlich es angegeben hat, es leicht gelingt nach einiger Übung aus dem Verhalten der Einstrittsstelle einen Schluss zu ziehen, in welcher Rückenmarkshöhe man sich befindet, gelingt das beim Neugebornen gar nicht. Nur die grössere oder geringere Entfernung der Eintrittsstellen von einander lässt einen höchst unbestimmten Schluss zu.

Was das Verhalten der äusseren Wurzeln zur Schnittfläche anbelangt, so sind dieselben Umstände deutlich ausgeprägt, die ich bei der Besprechung des Lendenmarkes namhaft gemacht habe.

Der Winkel unter dem die Wurzel die Pia durchsetzt, ist überall ein dem Rechten ziemlich nahe kommender. Eine Einkerbung der Wurzel durch die Pia ist an den allermeisten Stellen proximal und distal deutlich.

Eine Zusammendrängung der Fasern ist oft wahrzunehmen, eine Verminderung der markhaltigen oder leichtere Entfärbbarkeit derselben selten.

Es geben die Durchschnitte durch die Eintrittsstelle sehr charakteristische Bilder, die man immer wieder findet.

Die Wurzel ist, weil sie lateralwärts herkommt, nur in einem kleinen Stück getroffen, ihr ovaler Querschnitt sitzt auf dem flaschenhalsartig eingeschnürten Teile der Wurzel, sodass das Ganze entfernt an die Spitze einer Pickelhaube erinnert.

Welche Veränderung zeigt nun die Eintrittsstelle beim tabetischen Rückenmark, gegenüber den Befunden beim normalen Rückenmark? Ich will, was die sonstige, pathologische Anatomie anlangt, nur beiläufig erwähnen, dass ich auf Querschnitten keine Veränderung gefunden habe, die den von den Autoren[1]) angegebenen Befunden irgendwie widersprächen. In allen von mir untersuchten Fällen, war eine Verdickung der Pia und der Gefässwände zu konstatiren.

Die ans Rückenmark herantretenden Wurzeln machen, ausserdem, dass sie zwischen ihren Fasern breite Schichten ungefärbten Zwischengewebes durchscheinen lassen, den Eindruck grösserer Schmächtigkeit. In hochgradigen Fällen sieht man in einzelnen Wurzeln vielleicht nur eine einzige noch markhaltige Faser verlaufen.

Der Winkel, in dem die Wurzeln ans Rückenmark herantreten, ist natürlich derselbe, nach der Höhe des Rückenmarks verschiedene, wie beim normalen Rückenmark. Im Verfolge der Wurzel kommen wir zu ihrer Durchbruchsstelle durch die Pia, und ich bin nun in Verlegenheit, wenn ich angeben soll, welche Veränderung hier das tabetische Rückenmark, vor dem gesunden charakterisiert.

Der Wurzeleintritt bietet ja nach seiner Lage im Hals-, Brust- oder Lendenmark ganz dieselben Eigenthümlichkeiten dar, wie am gesunden Rückenmark.

Schon beim normalen Rückenmarke wurde gefunden, dass eine Einschnürung, d. i. eine Einkerbung der Wurzel distal

[1]) Redlich a. a. O.
Krauss a. a. O.

und proximal, oder eine Einkerbung nur auf einer Seite durchaus kein regelmässiger Befund ist. Weiterhin wurde gefunden, dass die Tiefe der Einkerbung nur in seltenenen Fällen die Dicke der Pia überschreitet.

Wenn nun die Pia sich verdickt, sollte man glauben, müsste eine vorhandene Einkerbung grösser werden. Aber weil dieselbe doch stets nur seicht ist, so wird in Folge der Verdickung der Pia der periphere Teil der Einkerbung verstrichen und die oberste Lage der Pia geht unbeeinflusst über die kritische Stelle hinweg.

Als ich mir die Präparate bezeichnete, die allenfalls zu einer Verteidigung der Behauptung, dass eine Einschnürung der Wurzeln statthabe, herangezogen werden könnten, da fand ich am Schlusse unter den normalen, eine grössere Anzahl solcher Präparate als unter den pathologischen.

Was die folgenden Teile anlangt, so müssen wir zwischen stark degenerierten Wurzeln und mässig degenerierten Wurzeln und solchen Wurzeln unterscheiden, die in ihrem extramedullären Teile noch den Eindruck von gesunden machen. Im ersten Falle geht das Zwischenfasergewebe kontinuierlich in die Rindenschicht des Rückenmarkes über. Die Eintrittsstelle wird intramedullär nur durch eine Vorbauchung der Rindenschicht bezeichnet; und es ist oft nicht möglich, in diesem Feld nur eine einzige markhaltige Faser nachzuweisen. Verhältnisse, auf die Redlich ebenfalls aufmerksam gemacht hat.

Bei den Wurzeln die noch eine Anzahl markhaltiger Fasern enthalten, quellen dieselben konstant nach ihrem Eintritt ins Rückenmark kolbig auf und färben sich bei Weigertfärbung tiefschwarz. An vielen Eintrittsstellen macht es den Eindruck, als ob die feinen Fasern weniger erkrankt wären als die dicken. Jedenfalls treten sie deutlicher hervor an pathologischen Präparaten als an normalen.

Es gibt nun Eintrittsstellen, bei welchen die Wurzel keine Änderung zeigt, die auf eine Erkrankung hinweisen könnte, weder eine Verminderung der Fasern, noch eine Verschmächtigung. Nach ihrem Durchtritt durch die Wurzel werden aber ihre Fasern kolbig verdickt und keulenartig geschwellt.

Bei einem Falle mittelschwerer Tabes konnte ich diese Veränderung der Fasern an einer ganzen Reihe von Eintrittsstellen beobachten, während die Wurzel selbst noch keine oder nur sehr wenig Erkrankung zeigte.

In einem Falle sehr fortgeschrittener Tabes waren sämtliche hinteren Wurzeln stark degeneriert, bis auf die Wurzeln im obersten Halsmark, hier fand ich dann die beschriebenen Verhältnisse deutlich ausgeprägt.

Bei stark degenerierten Wurzeln kann das Verhalten der Rindenschicht zu Täuschungen Anlass geben. Es gibt mir das Gelegenheit, dieselbe im Zusammenhange zu besprechen.

Ich habe dieselben Verhältnisse getroffen, wie sie Frommann[1]) angibt: „Zwischen den Nervenwurzeln lässt die Rindenschicht ein doppeltes Verhalten erkennen, je nachdem sie die Wurzel mit der Mehrzahl der Fasern quer durchsetzt oder nach innen umbiegend dieselben eine Strecke weit als ein an Breite allmählich abnehmender Saum von den benachbarten longitudinalen Fasern abgrenzt. Beim Durchtritt durch die Wurzel wird sie häufig breiter, auch scheinen ihre Fasern weniger dicht angeordnet und einzelne oder streifige Züge derselben schieben sich nach aussen und innen zwischen die Nervenfasern ein und erscheinen an gefärbten Präparaten als rote, fleckige Streifen. Der Durchschnitt erfolgt mitunter nicht in der Richtung, welche die Rindenschicht zu beiden

[1]) Frommann: Untersuchungen über die normale und pathol. Anatomie der R. N. Jena 1867.

Seiten der Wurzel hat, sondern in einem nach innen convexen Bogen. Eine seitliche Auskleidung der Wurzel vermisst man selten ganz und selbst an den schwächeren, den vorderen Stämmchen konnte ich noch Fortsätze nach innen verfolgen, während dieselben an stärkeren und namentlich den hinteren Wurzeln beträchtlich tiefer nach innen weichen. Häufig sah ich sie auch den Wurzelstamm nach seinem Austritt noch eine kurze Strecke begleiten und sich zwischen seine Fasern und die angelegte Schicht der Pia einschieben. Ist diese scheidenartige Einfassung der Wurzel stark entwickelt, so ist meist das quer dieselbe durchsetzende Stratum schwach, stellt nur ein lockeres, durchbrochenes Netz von sparsamen Fasern dar und scheint mitunter ganz zu fehlen. Das Reticulum der Nervenwurzeln erfährt auf diese Weise in der Nähe der Austrittsstelle eine Verstärkung und neben dem Faserreichtum fallen die zahlreichen eingestreuten Bindegewebszellen auf.“

Schon bei normalen Präparaten erweckt es den Eindruck, als ob in der Linie, in welcher die Wurzeln eintreten, durch das ganze Rückenmark eine vorspringende Leiste Rindenschicht ginge. In dieser Leiste verlaufen die feinen Fasern der Lissauerschen Randzone.

Diese Leiste zeigt dort, wo eine Wurzel eintritt, seitliche Ausbuchtungen, die zur Aufnahme der eintretenden Wurzelfasern bestimmt sind.

Die Ausbuchtungen haben ungefähr die Form eines abgestutzten Kegels, dessen Spitze nach aussen sieht. Die Fasern durchsetzen diesen Kegel in der Weise, dass sie mit Ausnahme des Teiles, der an der Lissauer'schen Randzone anliegt, stets am Rande eine Schichte freilassen.

Ausserdem umzieht natürlich die Rindenschicht mit einem dünnen Mantel die ganze Peripherie des Rückenmarks.

Am ausgesprochensten fand ich diese Verhältnisse am Halsmark.

Damit erklärt sich, warum man die eintretenden Wurzelfasern so oft proximal und distal von einer Lage Rindenschicht begleitet sieht und warum im Hinterstrang die Wurzelfasern von den übrigen durch einen bogenförmigen Streifen Rindenschicht getrennt sind. Der Schnitt hat die Eintrittsstelle getroffen, die Wurzelfasern durchquert und den Kegelmantel, der die Rindenschicht um die eintretenden Wurzeln bildet, schief durchschnitten.

Undeutlich werden die Verhältnisse dann, wenn die distal verlaufenden Fasern der eintretenden Wurzel nicht, wie es im Hals- und Brustmark geschieht, noch eine Zeit lang mit den übrigen verlaufen, sondern scharf um den Piarand herum nach abwärts schwenken.

Ausserdem verwischen sich die Befunde dort, wo Wurzel an Wurzel dicht gedrängt hintereinander sich ins Rückenmark begibt.

Doch gibt die nicht selten zu beobachtende Abgrenzung der Wurzelfasern von den longitudinalen Fasern des Hinterstrangs der Vermutung Raum, dass die Rindenschicht hier sich nicht grundsätzlich anders verhält, als an den Stellen, wo die genannten Befunde deutlich sind.

Man könnte annehmen, dass der Winkel, den die Kegelspitze bildet, ein verschiedener sein kann, und bei den Wurzeln, die die scharfe Umbiegung der Fasern zeigen, einem Winkel von 180° sehr nahe kommt.

Zu dieser Vermutung wurde ich dadurch verleitet, dass bei einigen ziemlich stark degenerierten Wurzeln die Rindenschicht von der Eintrittsstelle aus aufwärts und abwärts stark verdickt erscheint. Mag das nun eine wirkliche Verdickung sein, oder nur durch den Faserschwund bedingt sein,

Sind nun die Eintrittsstellen genügend einander genähert, so kann man durch das ganze Präparat neben der Pia einen breiten Streif Rindenschicht verlaufen sehen.

Hat man an einer solchen Stelle die eintretende Wurzel mit dem Schnitte getroffen, so kann man, um ein Beispiel herauszuwählen, folgende Verhältnisse vorfinden. Proximal geht die Pia in sanften Bogen auf die Wurzel über, die Wurzel zieht vollständig parallel mit dem Rückenmark, so dass zwischen Pia und Wurzelscheide kaum ein freier Raum übrig bleibt. Da nun an einem Weigertpräparate nicht zu unterscheiden ist, was Rindenschicht des Rückenmarks und Zwischengewebe der Wurzel ist, so bekommt man den Eindruck, als ob die Pia von unten herauf tief in die Wurzel einschneide. Misst man aber die Strecke, die man braucht, um, in der ursprünglichen Richtung der Pia fortfahrend, wieder auf die Pia zu kommen, so ist die Strecke grösser als der Querschnitt der Wurzel.

Einige Worte möchte ich noch den feinen Fasern und den Gefässen widmen:

Was erstere betrifft, so fand ich die Angaben Obersteiner und Redlichs bestätigt. Sie schreiben: „An Längsschnitten sahen wir, dass die feinen Fasern auch hier an der Peripherie der hinteren Wurzeln und zwar sowohl an der proximalen als distalen Seite des Durchschnittes liegen, so dass die feinen Fasern diejenigen stärkern Kalibers wie ein Mantel umgeben, der nur an der medialen Seite (des Querschnittes) offen ist. Die feinen Fasern liegen somit direkt unter den erwähnten Einschnürungen.“ Ich habe ziemlich häufig proximal und distal die feinen Fasern gesehen, auffallender Weise aber niemals dann, wenn eine Einschnürung vorhanden war. Wo ich Fasern um eine Rinne einen Bogen beschreiben sah, wo ich diese Fasern etwas zusammenge-

drängt sah, waren es immer dicke Fasern. Vielleicht sind an solchen Stellen die feinen Fasern gewissermassen der Pia ausgewichen und zwischen die groben Fasern hindurchgeschlüpft. Die periphere Anordnung der feinen Fasern wird an den Präparaten sehr deutlich, bei denen gewissermassen die Wurzel abgestutzt ist. Die groben Fasern, die am Schnitte von unten kommen, hören plötzlich auf und an ihre Stelle treten mehr horizontal verlaufende feine Fasern, die bis ins Rückenmark zu verfolgen sind. Es ist dies auch an pathologischen Präparaten, wie ich schon bemerkte, sehr deutlich. Ich möchte damit nicht Redlichs[1]) Anschauung entgegentreten, nach der die feinen Fasern an der Degeneration beteiligt sind; denn es erklärt sich dieses schärfere Hervortreten der feinen Fasern durch den Schwund der dicken. Nur müsste man vielleicht annehmen, dass die feinen Fasern nicht ganz gleichen Schritt mit den groben in der Schnelligkeit der Degeneration halten.

Die Gefässe bilden zu beiden Seiten der Eintrittsstellen, einen die ganze Länge des Rückenmarks einnehmenden Plexus von reichlichen venösen und weniger reichlichen arteriellen Gefässen. Besonders deutlich tritt dieser Plexus beim Neugebornen hervor. Zahlreiche Zweige verlaufen zwischen den Wurzeln und ihren Eintrittsstellen, doch lässt sich ein irgend konstantes Verhältnis nicht nachweisen. Dass ein quergetroffenes Gefäss in einer die Wurzel einkerbenden Rinne liegt, wie das Redlich will, ist ein doch ziemlich seltener Befund.

Einmal konnte ich bei einer Wurzel gleichsam zwei Einschnürungen wahrnehmen. Einmal eine solche von der Pia herrührend, und etwas peripher davon verlief ein Gefäss

[1]) Redlich: Jahrbücher.

in der Weise quer über die Wurzel, dass es dieselbe eindrückte und die Fasern nötigte, im Bogen um die eingedrückte Stelle herum zu ziehen. Das Präparat stammte von einem normalen Rückenmarke.

Von dem Plexus senken sich zahlreiche Gefässe ins Rückenmark ein und es hat den Anschein, als ob die Gefässe eine gewisse Vorliebe dafür hätten, den durch die eintretenden Wurzeln vorgebildeten Weg mit zu benützen. Es ist ein nicht zu seltener Befund, dass man mitten in der Wurzel ein Gefäss verlaufen sieht.

Auf Grund der angegebenen Befunde möchte ich die Pia und ihre Verdickung allein nicht für die Erkrankung der hinteren Wurzeln verantwortlich machen.

Schon die grosse Mannigfaltigkeit der Befunde macht eine solche Annahme weniger wahrscheinlich. Die Pia macht die Pforte zum Durchtritte der Wurzel niemals so enge, dass eine Raumbeschränkung von so bedeutendem Masse eintritt, die die statthabenden Veränderungen erklären würden.

Die geforderten Verhältnisse sind beim tabetischen Rückenmark nicht schärfer ausgeprägt als beim gesunden. Vielmehr habe ich im unteren Brust- und Lendenmarke degenerierte Wurzeln eintreten sehen durch eine Pforte, deren Durchmesser, den der Wurzel um das doppelte übertraf.

Damit ist der Einwurf widerlegt, dass ja bei der leichten Verletzlichkeit der Nerven eine minimale Einschnürung genügen könne, um eine Degeneration hervorzurufen.

Es vertragen ja die Fasern des Rückenmarkes bei Compressions-Myelitis starke Beeinträchtigung des ursprünglich von ihnen eingenommenen Raumes und können dabei nach langer Zeit wieder zur Funktion zurückkehren.

Nun liese sich noch der Einwurf machen, dass ursprünglich wohl eine Einschnürung vorhanden war, die die Degeneration

der Wurzel bedingt hat. In Folge der Degeneration ist aber die Wurzel geschrumpft und zwar so, dass sie selbst für die verengte Pforte zu dünn geworden ist. Dagegen lässt sich erwidern, dass die Pforte an solchen Präparaten immerhin noch so gross ist, dass wohl eine gesunde Wurzel unbeanstandet sie durchschreiten könnte, dann, dass man an normalen Präparaten auch besonders in dieser Höhe eine im Verhältnis zur Wurzel zu grosse Eintrittsstelle finden kann.

Endlich ist nicht abzusehen, warum Fasern auch dann noch degenerieren sollen, wenn durch den Schwund ihrer Nachbaren soviel Raum für sie geschaffen worden ist, dass die Pia nicht mehr drückend auf sie einwirken kann.

An manchen Präparaten ist freilich eine Verdichtung im geringen Grade zu konstatieren, an viel mehr Präparaten ist aber keine Änderung wahrzunehmen und manche machen sogar den Eindruck, als ob die Auffaserung der Wurzel schon vor dem Durchtritt begönne.

Die deutlichsten Befunde, was Einknickung der Pia, Zusammenrücken der Fasern und Enge der Pforte anlangt, fand ich dort, wo die Tabes am seltensten Veränderungen setzt, im oberen und mittleren Brustmark. Ich habe schon bei dem betreffenden Abschnitte gesagt, dass ich das von der Schmächtigkeit der eintretenden Wurzel ableite.

Selbst wo bei einer mächtigeren Wurzel eine Einschnürung wahrzunehmen ist, geht ihre Wirkung nie über die nächstliegenden Fasern hinaus.

Ein solches Ausweichen der Fasern, wie wir es an solchen Stellen sehen, kann man oft genug an beliebiger Stelle im Rückenmark bemerken. Man sieht häufig einige Fasern geradezu von 3 Seiten ein sie kreuzendes Gefäss umgeben und kann auch ein Näherzusammenrücken der nächsten Fasern bemerken.

An den vorderen Wurzeln kann man häufig Eintrittsstellen finden, die ebenfalls eine Einkerbung und Verdichtung der Fasern zeigen. Wahrscheinlich würde man, wenn man geeignete Schnitte anlegen würde, sogar mehr kritische Stellen finden, da die vorderen Wurzeln in kleineren Bündeln austreten und somit Verhältnisse gegeben sind, die denen im oberen Brustmark entsprechen.

Endlich möchte ich als sehr schwer wiegenden Grund vorführen, dass beim Neugebornen eine Einschnürung distal und proximal fast regelmässig zu finden ist.

Trotzdem möchte ich Obersteiner und Redlich beipflichten, wenn sie behaupten, der tabetische Krankheitsprocess beginne an der Eintrittsstelle der Wurzel ins Rückenmark.

Die beiden Autoren haben hervorgehoben, dass man bei degenerierten Wurzeln öfters Fasern bis zur Eintrittsstelle verlaufen sehen kann, nachher machte es aber den Eindruck, als ob gar keine Fasern mehr vorhanden wären.

In weniger degenerierten Wurzeln kann man die noch vorhandenen Fasern, ohne dass sie Aufschwellung oder sonstige abnorme Veränderung zeigen, bis zur Eintrittsstelle verfolgen und nachher sieht man die kolbige Auftreibung an ihnen.

Endlich habe ich schon hervorgehoben, dass an einigen Wurzeln diese krankhafte Veränderung das einzige ist, das uns auf die Erkrankung der Wurzel aufmerksam macht.

Auffällig schien mir, dass ich nur in ganz wenig Präparaten diese Aufquellung ausserhalb des Rückenmarks wahrgenommen habe, dass man also zur Annahme geneigt sein könnte, dass peripher von der angegriffenen Stelle die Fasern anders entarten als zentral.

Was aber die Degeneration gerade an dieser Stelle bewirkt, darüber konnte ich nach meinen Präparaten zu keinem endgiltigem Urteil kommen.

Allein der Befund, dass die Wurzeln nach ihrem Eintritt ins Rückenmark eine deutliche Veränderung zeigen, weist doch zu sehr darauf hin, dass der krankhafte Process hier beginnt, dass es nicht erlaubt wäre, auf Verhältnisse aufmerksam zu machen, die zwar nicht entscheidend sind und mit dem Mikroskop nicht scharf nachzuweisen sind, die aber doch durch die Präparate sehr wahrscheinlich gemacht werden. Ich meine das Verhalten der Rindenschicht.

Auch Obersteiner und Redlich geben eine Verdickung des die hinteren Wurzeln auf eine Strecke weit einscheidenden Fortsatzes der Rindenschicht an. Meine Präparate zeigen fast regelmässig an den kritischen Stellen eine Verdichtung und Vergrösserung und Verbreiterung der Rindenschicht. Es ergibt sich aber hier die Schwierigkeit zu unterscheiden, was collabirte Nervenscheide und was Rindenschicht ist.

Es macht wohl der Unterschied zwischen retikulärer Anordnung des Gewebes und einer mehrfasrigen, es wahrscheinlich, dass Ersteres die verdickte Rindenschicht ist, Letzteres von den collabierten Nerven herstammt, doch hat diese Unterscheidung nur den Wert einer Hypothese.

In jüngster Zeit hat nun Edinger[1]) eine neue Theorie über die Entstehung verschiedener Nervenkrankheiten aufgestellt, die Beachtung genug gefunden hat, um hier den Versuch zu machen, die anatomischen Befunde dieser Arbeit mit genannter Theorie in Einklang zu bringen. Edinger lässt sämtliche Gewebe in einem gewissen Spannungszustande

[1]) Edinger: eine neue Theorie über die Ursache einiger Nervenkrankheiten insbes. der Neuritis und der Tabes. Leipzig 1894.

sich befinden, in einer Art Gleichgewichtszustand. Er stellt sich die Sache gewissermassen als einen Wettkampf der einzelnen Gewebe um den Platz vor, so dass Eines das Andere zu verdrängen sucht. Unter normalen Verhältniesen wird das Keinem von Beiden gelingen. Sowie aber ein Gewebe geschädigt wird, bekommt das Andere das Uebergewicht und rückt an dessen Stelle. Verfolgen wir nun den Verlauf des Neurons, von der Peripherie durch die Spinalganglien ins Rückenmark und halten wir uns vor Augen, was Fromann über das Verhalten der Rindenschicht zu den eintretenden Wurzelfasern gesagt hat, so werden wir zugeben müssen, dass wenn wirklich eine Einwirkung des umgebenden Gewebes auf das Neuron stattfindet, es sich denken lässt, dass hier dieser Einwirkung der geringste Widerstand entgegengesetzt wird. Wenn nun die Nervenfaser irgend welche Schädlichkeit erfährt, sei es Erkältung, Trauma, Ueberanstrengung, so ist es erklärlich, dass hier die Folgen der Schwäche am ersten eintreten werden. Ein Licht wird durch diese Theorie auch auf die Tabes-Luës Frage geworfen. Wir wissen, dass die genannte Krankheit sehr leicht zu Wucherungen des Bindegewebes führt, dass also gewissermassen das Zwischengewebe gegenüber dem Nervensystem gestärkt wird, ein Punkt auf den Obersteiner und Redlich bereits hingewiesen haben, so dass es beim Nervengewebe einer kleineren Schädigung bedarf, als ohne die luëtische Infektion, um es vom Bindegewebe überwuchert werden zu lassen, weil es nicht mehr einem normalen, sondern einem zur Wucherung besonders geneigten Bindegewebe gegenübersteht.

Es wird durch Edingers Theorie auch nicht unverständlicher, warum nicht alle mit Syphilis infizierten an Tabes erkranken. Es bleibt die Erfahrungsthatsache unan-

getastet, dass die Luës sich, wenn der Ausdruck erlaubt ist, nicht immer im Bindegewebsapparat lokalisiert und wenn auch, nicht immer im Stützgewebe des Nervensystems.

Weiterhin ist die Annahme nicht abzuweisen, dass allen Zellen des Körpers, also auch den Neuronen gewisse Hilfskräfte zur Verfügung stehen, die sie im Falle einer stärkeren Inanspruchnahme noch herbeiziehen können, ähnlich wie das Herz bei Störungen im Kreislauf durch zu Hilfe nehmen von Reservekräften das Hindernis eine Zeit lang überwindet. Es können also die Neurone in vielen Fällen auch dem zur Wucherung geneigten Zwischengewebe gegenüber sich noch behaupten. Endlich wird auch durch diese Theorie erklärt, warum die Tabes zwar vornehmlich aber nicht ausschliesslich auf Grundlage einer Lues entsteht, denn es lassen sich noch eine Anzahl Ursachen denken, die ebenfalls einen Wachsthumsreiz auf das Bindegewebe ausüben.

Nach den Darlegungen Obersteiners und Redlichs müsste die durch die Pia abgeschnürte Wurzel in derselben Weise degenerieren, wie es beim physiologischen Versuche geschieht, d. h. es dürfte nach dem Waller'schen Gesetze der Teil, der noch mit dem trophischen Centrum in Verbindung steht, d. i. die hintere Wurzel, nicht degenerieren.

Nun ist es freilich a priori unwahrscheinlich, dass der Nervenstumpf, der durch die Abtrennung von seinem peripheren Ende funktionslos geworden ist, nicht allmählich einer Degeneration anheimfallen sollte.

Es lassen sich aber, wenn die oben entwickelte Theorie richtig ist, die Degeneration der hinteren Wurzeln und auch die Befunde von Oppenheim, Siemerling und von Wollenberg verstehen. Die durch irgend eine Ursache geschwächten Neurone werden an den kritischen Punkten in grosser Anzahl dem Zwischengewebe unterliegen, weil letzteres hier die

Fasern in grosser Menge umgibt. Eine geringe Anzahl besonders geschädigter Neurone, wird aber auch an weniger gefährdeten Stellen nicht mehr die nötige Widerstandskraft entfalten können und vollständig degenerieren müssen.

Diese Neurone werden aber bei dem geringen Zusammenhang, den die einzelnen Neuronenbündel, aus welchen sich die einzelnen Spinalganglien und Wurzeln zusammensetzen, unter sich haben, in jedem solcher Nervenbündel in anderer Anzahl gefunden werden und es braucht die Zahl der degenerierten Ganglienzellen und peripheren Fasern weder in einem bestimmten Verhältnis von Wurzel zu Wurzel noch in einem solchen zur Stärke der Degeneration der Wurzelfasern zu stehen. Eine theoritische Erwägung, die sich mit den Befunden der genannten Autoren deckt.

Es liesse sich noch eine Erklärung der Entstehung der Tabes dorsalis mit den gefundenen anatomischen Verhältnissen an der Eintrittsstelle der hinteren Wurzeln vereinigen.

Es treten, wie ich schon hervorgehoben habe, mit den Wurzeln häufig Arterienstämmchen in das Rückenmark ein. Es lässt sich nun leicht denken, dass durch meningitische Verdickung der Pia und arteriitische Vorgänge in den Gefässen, die Blutzufuhr an den kritischen Stellen beschränkt wird. Unter einer solchen mangelhaften Ernährung, würden die nervösen Teile besonders zu leiden haben, während ja bekanntlich das Bindegewebe solchen Störungen gegenüber sehr wenig empfindlich ist. Wir haben auch auf diese Weise nervöse Organe, die durch eine Schädigung getroffen sind und einem verhältnissmässig lebenskräftigeren Bindegewebe gegenüberstehen, und wir wissen, dass es wieder die Syphilis ist, die gerne zu Erkrankungen der Gefässwände führt.

Wenn es mir erlaubt ist, nocheinmal das Ergebnis dieser

Arbeit zusammen zu fassen, so möchte ich das in folgenden Sätzen thun:

1) Bei der Tabes dorsalis sind im Rückenmarke hauptsächlich die Fasern erkrankt, die aus den hinteren Wurzeln stammen.

2) Die Erkrankung erstreckt sich auf die hinteren Wurzeln.

3) Die Erkrankung der hinteren Wurzelfasern beginnt an ihren Eintrittsstellen ins Rückenmark.

4) Die Erkrankung der hinteren Wurzeln ist nicht, wie Obersteiner und Redlich wollen, allein durch Einschnürung derselben durch die Pia bedingt, sondern es ist

5) sehr wahrscheinlich, dass das Zwischengewebe der Nervensubstanz im Sinne der von Edinger aufgestellten Theorie die Ursache der Degeneration der nervösen Elemente abgibt.

Es sprechen also

6) die Verhältnisse, wie sie an den Eintrittsstellen der hintern Wurzeln ins Rückenmark gegeben sind, und die Veränderungen, die hier bei der Tabes dorsalis eintreten, für jene Theorie über die Entstehung einiger Nervenkrankheiten, wie sie von Edinger aufgestellt wurde.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt, erübrigt es mir noch, Herrn Obermedizinalrat Professor Dr. Bollinger für die Übernahme des Präsidiums meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Fig. 1.

Eintrittsstelle einer fast vollständig degenerierten Wurzel aus dem Brustteil eines tabetischen Rückenmarks.

Fig. 2.
Eintrittsstelle einer hinteren Wurzel aus dem Halsteile eines normalen Rückenmarkes.